

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-153832

(43) 公開日 平成8年(1996)6月11日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/29				
23/31				
21/321				
		6921-4E	H 0 1 L 23/ 36	R
		9169-4M	21/ 92	G 0 2 L
		審査請求	未請求	請求項の数9 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平6-295223	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22) 出願日	平成6年(1994)11月29日	(72) 発明者	太田 英男 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
		(72) 発明者	奥山 哲生 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
		(72) 発明者	藤枝 新悦 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
		(74) 代理人	弁理士 鈴江 武彦
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 樹脂封止型半導体装置、電子回路装置およびこの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 基板の反りを低減し、実装時において回路基板との接続の信頼性を向上させた樹脂封止型半導体装置を提供する。

【構成】 基板と、基板表面に配置された半導体素子と、前記半導体素子を封止する樹脂層とを具備し、樹脂層は基板に対し半導体素子が配置された側のみに配置された樹脂封止型半導体装置である。前記樹脂封止型半導体装置は、基板上に半導体素子を配置する工程と、シート状の未硬化樹脂を半導体素子上に配置する工程と、金型内で樹脂シートを硬化成形する工程とからなる製造方法で製造される。前記樹脂層は、成形後の室温における弾率係数が 6.5×10^7 Pa以下であって、力学正接損失Tan δが0.05以上であることを特徴とする。

PC-ITC_00142683

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、基板表面に配設された半導体素子と、前記半導体素子を封止する樹脂層とを具備し、樹脂層は基板に対し半導体素子が配設された側のみに配設された樹脂封止型半導体装置において、

前記樹脂封止型半導体装置は、基板上に半導体素子を配設する工程と、シート状の未硬化樹脂を半導体素子上に配設する工程と、金型内で樹脂シートを硬化成形する工程とからなる製造方法で製造され、かつ、前記樹脂層は、成形後の室温における複素弾性率が 6.5×10^5 Pa以下であって、力学正接損失Tan δ が0.05以上であることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項2】 前記基板の裏面に、入出力端子用の球形のはんだバンプが二次元に配列された請求項1に記載の樹脂封止型半導体装置。

【請求項3】 前記樹脂層の有機成分中にゴム成分が5%以上含有された請求項1に記載の樹脂封止型半導体装置。

【請求項4】 裏面に入出力端子用ののはんだバンプが二次元に配列された基板と、この基板の表面に実装された半導体素子とを具備し、前記半導体素子が実装された基板の表面を、片面に取除防止層が取り付けられた樹脂シートで封止したことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項5】 裏面に入出力端子用ののはんだバンプが二次元に配列されたパッケージ基板、およびこの基板の表面に実装された半導体素子を含む半導体パッケージと、前記パッケージを接続搭載するための回路配線基板とを具備する電子回路装置において、

前記パッケージ基板と回路配線基板との間隙に、厚さ方向において段階的に熱膨張係数を異にする熱硬化性樹脂シートを配設したことを特徴とする電子回路装置。

【請求項6】 前記間隙に配設される熱硬化性樹脂シートは、前記パッケージ基板の縦横寸法に対して20乃至40%縦横寸法が大きい請求項5に記載の電子回路装置。

【請求項7】 前記樹脂シートは、前記パッケージ基板の裏面に二次元に形成されたバンプ電極に対応した位置に貫通孔が形成されている請求項5または6に記載の電子回路装置。

【請求項8】 前記樹脂シートに設けられた貫通孔内に金属導体が埋め込まれた請求項7に記載の電子回路装置。

【請求項9】 裏面に電極パッドが形成された回路配線基板上に、厚さ方向における熱膨張係数を異にする未硬化の熱硬化性樹脂シートを加圧しつつ配設する工程、裏面に入出力端子用ののはんだバンプが二次元に配列されたパッケージ基板と、その表面に実装された半導体素子を含む半導体パッケージを、前記のはんだバンプが前記回路配線基板の電極パッドに対応するように、前記樹脂

2

シート上に位置合わせして搭載する工程、

前記樹脂シートを介して半導体パッケージが搭載された回路配線基板上に、金型内で熱および圧力を加えることによって、樹脂シートを軟化させるとともに、パッケージ基板のはんだバンプとこれに対応する電極パッドとを接触させる工程、および熱および圧力をさらに上昇させることによって、はんだを溶融して回路配線基板の電極パッドとバンプ電極とを電気的に接続しつつ、前記樹脂シートを硬化させる工程を少なくとも具備する電子回路装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、樹脂封止型半導体装置および電子回路装置に係わり、特に片面封止型半導体装置、並びにボールグリッドアレイ（BGA）パッケージを実装した電子回路装置およびこの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、表面実装型多端子LSIパッケージとして、パッケージの4つの側面からリードが導出されたQFP（Quad Flat Package）が広く知られている。このQFPパッケージは、製造コストが低く、端子間のピッチを狭くすることによって、パッケージの寸法を減らすことなく入出力端子の増加が可能であることから、種々の機器に使用されてきた。例えば、ピッチ間隔は、これまでの1mmから徐々に0.4mmへと短くなり、端子数は250ピンまで増加している。しかしながら、QFPのリード端子は変形し易いものであり、端子が変形すると、パッケージをプリント基板上に正常にはんだ付けできなくなるおそれがある。

【0003】また、最近では、I/Oピンの増加に伴ってOLB（Outer Lead Bonding）ピッチが狭くなり、従来のQFPでは回路配線基板への接続が困難となりつつある。

【0004】そこで、半導体素子をOMPAC（Overmolded Pad Array Carrier）化することで配線基板への接続を可能にする方法が新たに提案されている（Electronic Packaging and Production p25 May 1992）。このOMPACパッケージは、PGA（Pin Grid Array）パッケージのピンの代わりに、パッケージ基板の裏面に形成されたはんだバンプ電極を、パッケージと回路配線基板との接続に用いる構造であり、BGA（Ball Grid Array）パッケージとして知られ、高密度パッケージ技術の主流となりつつある。

【0005】BGAパッケージにおいては、端子である球形のはんだバンプは、パッケージ基板の裏面に二次元のアレイ状に配列されているので、端子ピッチはQFPよりもはるかに広がる。また、端子をはんだで形成したBGAパッケージは、はんだ組成を均一にすることに

【0068】このため、端子数の増加が妨げられ、現在のBGAの端子数は、QFPでも十分に供給し得る端子数であるので、プラスチックBGAの利点を十分に得られないのが現状である。

【0016】なお、信頼性寿命は、下記式(1)で表されるサイクル寿命の式において、パンプ電極に発生する最大電解電圧 V_{max} を減少させることによって向上することが知られている(IBM J. Res. Develo-
p., 13:254(1969))。

28/Tm (1)

$$\frac{[0012]}{(V/\pi h^{1/2})^{1/2}} \cdot d \cdot \Delta T \cdot \Delta x \quad (2)$$

有であるときである。

【0015】具体的には、例えば、樹脂を充填する方法（特開昭61-194732号公報）、紫外線硬化樹脂を封止する方法（特開昭62-232946号公報）、常温硬化樹脂で間隙を封止する方法（特開昭63-13337号公報）、さらには、封止する樹脂の特性を最適にする方法（特開平4-219944号公報）など多くの方法が挙げられる。

【0016】しかしながら、未硬化の熱硬化性樹脂を予めボッディングした回路配線基板上に半導体チップを圧着する方法では、パンプ電極と回路配線基板との電極端子部分に樹脂が残留しやすく、接続抵抗が高くなるという問題があった。

【0017】そこで、半導体チップを回路配線基板の上に配置し、半導体チップと同回路配線基板との間隙近傍に、流動性を有する未硬化樹脂をボッディングし、毛細管現象を利用して間隙全体に樹脂を浸透させた後、樹脂を硬化させる方法 (Electronic Components and Technology Conf

erence Proceeding, 1993 p175) が提案されており、この方法をBGAパッケージの実装の際に適用することが考えられる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】BGAパッケージにおいて樹脂封止の際に発生する基板の反りの問題を解決するために、構造に工夫を施したパッケージがいくつか開発されている。その一つとして基板の厚さを増大させることが提案されているが、パッケージ全体の厚さが増大してしまい、さらに放熱特性の低下、コストの増大等の問題が発生する。セラミックス製の基板を用いると、基板の反りを防止することができるが、この場合にはコストや製造工程が増加してしまう。

【0019】また、QFP等の従来のパッケージの場合には、上下の金型が完全に噛み合って形成された空間に樹脂を充填することによって封止されるので、金型の隙間から流れ出す樹脂バリは問題とはならなかったが、BGAパッケージでは金型とプラスチック基板との間に樹脂を流し込むことによって封止するために、プラスチック基板の寸法や変形に起因して、樹脂バリの発生が大きくなるという問題がある。

【0020】一方、BGAパッケージを回路配線基板に実装する場合には、従来のフリップチップ実装技術を用いても、信頼性を向上させることが不可能であった。すなわち、パッケージと回路配線基板との間隙に樹脂を含浸した場合には、この間隙の寸法が100～200 μ mと、フリップチップ実装の場合(20～50 μ m)に比較して大きいため、毛細管現象によって樹脂を間隙全体に含浸させることができなかった。また、間隙寸法に加えて、BGAパッケージ寸法も半導体チップより大きいため、温度サイクルにより発生する応力もフリップチップ実装の場合と比較して大きくなる。このため、間隙に配置された樹脂によって応力を緩和しきれず、樹脂自体が破壊してしまった。

【0021】間隙への樹脂の含浸を容易に行なうためにバンプ電極高さを低くしても、含浸速度を十分に増加させることはできず、石英フィラを追加することによって樹脂の熱膨張係数を20ppm/℃～40ppm/℃に減少させた場合には、含浸速度が極めて遅くなってしまった。

【0022】正方形を有するパッケージの一边に樹脂をポッティングするため、樹脂の含浸速度が遅いと、他の3辺に対しては樹脂が均一にパッケージ周囲に配置されなくなる。その結果、パッケージの一边に応力が集中し、パッケージ全体が基板から剥がれるという現象が生じた。

【0023】また、圧接時間を十分に長くして緩やかに圧接を行った場合には、リフローの際に樹脂が変形してしまい、いずれの手段を用いても、BGAパッケージの回路配線基板への実装においては、基板との間隙に樹脂

を配置することによって、バンプに加わる応力を低減することは困難であった。また、たとえ含浸が可能であったとしても、含浸に時間が極めて長くなるために工程上問題があった。

【0024】そこで、本発明は、半導体チップが実装された基板の面のみを樹脂封止する半導体装置であって、パッケージ基板の反りを低減した樹脂封止型半導体装置を提供することを目的とする。

【0025】また、本発明は、BGAパッケージ基板と回路配線基板との間のバンプに発生する応力歪みを低減し、信頼性寿命を向上させた電子回路装置、およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明(請求項1)は、基板と、基板表面に配置された半導体素子と、前記半導体素子を封止する樹脂層とを具備し、樹脂層は基板に対し半導体素子が配置された側のみに配置された樹脂封止型半導体装置において、前記樹脂封止型半導体装置は、基板上に半導体素子を配置する工程と、シート状の未硬化樹脂を半導体素子上に配置する工程と、金型内で樹脂シートを硬化成形する工程とからなる製造方法で製造され、かつ、前記樹脂層は、成形後の室温における複素弾性率が 6.5×10^5 Pa以下であって、力学正接損失Tan δ が0.05以上であることを特徴とする樹脂封止型半導体装置を提供する。

【0027】また、本発明(請求項4)は、裏面に入出力端子用のはんだバンプが二次元に配列された基板と、この基板の表面に実装された半導体素子とを具備し、前記半導体素子が実装された基板の表面を、片面に取組防止板が取り付けられた樹脂シートで封止したことを特徴とする樹脂封止型半導体装置を提供する。

【0028】さらに、本発明(請求項5)は、裏面に入出力端子用のはんだバンプが二次元に配列されたパッケージ基板、およびこの基板の表面に実装された半導体素子を含む半導体パッケージと、前記パッケージを接続搭載する回路配線基板とを具備する電子回路装置において、前記パッケージ基板と回路配線基板との間隙に、厚さ方向において段階的に熱膨張係数を異にする熱硬化性樹脂シートを配置したことを特徴とする電子回路装置を提供する。

【0029】以下、本発明を詳細に説明する。

【0030】本発明の樹脂封止型半導体装置において、半導体素子を実装する基板の材質としては、プラスチック、フィルムキャリア、およびセラミックス等が上げられ、具体的には、リードフレーム、TAB等を使用することができる。

【0031】特に、本発明は、回路配線基板に実装される側の面に入出力端子用の球状のはんだバンプが二次元に配列されたボールグリッドアレイ(BGA)パッケー

ジの場合に効果を発揮する。

【0032】また、本発明において基板に実装される半導体素子の種類は、特に制限されない。

【0033】以下、本発明の樹脂封止型半導体装置の第1の態様について詳細に説明する。

【0034】半導体素子が実装された基板の面を封止するために用いられる未硬化樹脂は、ワイヤー、インナーリードやチップ表面に対するダメージ、さらに成形性等を考慮すると、加熱された際の溶融粘度が3000 Pa・s以下であることが望まれる。なお、溶融粘度が1000 Pa・s以下であると、良好なパッケージが得られるのでより好ましい。一方、金型と半導体チップを搭載した基板との間からの樹脂の流出を防ぐためには、ある程度の高粘度である必要があり、20 Pa・s以上であることが求められる。特に、50 Pa・s以上にするとバリの発生が少ない。

【0035】本発明においては、予めシート状に成形した未硬化樹脂を使用して半導体装置を製造する。

【0036】図1に、樹脂シートを用いた封止方法の具体例を表わす工程図を示す。

【0037】まず、図1(a)に示すように半導体素子3がボンディングワイヤ4によって実装された基板1の上に封止用樹脂シート5を配置する。なお、基板1の裏面には、入出力端子用のはんだパンプ2が二次元に配列されている。

【0038】次に、図1(b)に示すように外側金型7を締め、パッケージとの隙間を埋めてバリの発生を抑える。最後に、図1(c)に示すように内側金型8を締めて、加圧しながら樹脂を硬化させることによって、第1の態様の樹脂封止型半導体装置が得られる。

【0039】なお、圧縮成形の際には、ボイドの発生を防止するために、金型内を減圧することもできる。さらに成形後にパッケージの各種特性を向上させるために、アフターキュアを行うことが望ましい。

【0040】また、用いられる金型の寸法は、樹脂シートの寸法と等しいが、幾分か大きいことが好ましく、一方、金型内の容積は、樹脂シートの体積より幾分か小さくして、成形時に樹脂が加圧されるように設計したものを採用することが望ましい。さらに、加圧時に余分な樹脂を放出できるように、エアバンドを金型に設けてもよい。

【0041】このように樹脂シートを用いることによって、封止工程がインライン化できるので、多品種少量生産に適したフレキシブルな製造方法となる。すなわち、半導体チップを接続した片面配線基板をベルトの上に載せて搬送しつつ、所定の寸法にカットされた封止用樹脂シートをマガジン方式で供給することにより、連続工程で封止を行うことができる。

【0042】本発明においては、成形後の樹脂の弾性率および力学正接損失Tan δが特定の範囲の樹脂を用いる。

【0043】以下、材料の弾性と粘性について詳細に説明する。

【0044】いかなる材料でも、弾性と粘性とを多少なりとも兼ね備えつつ粘弾性体であり、正弦的に振動を与えた動的粘弾性測定を行なうと、刺激としての力(応力)と応答して歪みとの間に位相のずれが生じる。

【0045】材料を図2(a)に示すような弾性体と粘性体との組み合わせと仮定して定常的な振動歪み

$$\gamma(t) = \gamma_0 e^{i\omega t}$$

としたとき、応力緩和時間を τ とすると応力は、

$$\sigma(t) = G\gamma_0 \left((1 + i\omega\tau) / (1 + i\omega\tau) \right) e^{i\omega t}$$

となり、 $G\gamma_0 \left((1 + i\omega\tau) / (1 + i\omega\tau) \right)$ となる振動で角速度 ω の振動を行なっていることを示している。

【0046】弾性率の定義としての応力を歪みで割った値、すなわち、 $\sigma(t) / \gamma(t)$ を複素弾性率 G^* とすると、

$$G^*(i\omega) = G \left((1 + i\omega\tau) / (1 + i\omega\tau) \right)$$

$$= G'(\omega) + iG''(\omega)$$

ここで、

$$G'(\omega) = G (\omega^2 \tau^2 / (1 + \omega^2 \tau^2))$$

$$G''(\omega) = G (\omega \tau / (1 + \omega^2 \tau^2))$$

関数 $G'(\omega)$ および $G''(\omega)$ をそれぞれ貯蔵弾性率および損失弾性率と称し、

$$\sigma(t) = \sigma_0 e^{i(\omega t + \delta)}$$

と表わすことができ、また、応力の振幅と歪みの振幅との間に位相すすみ角 δ があることがわかり、力学正接損失Tan δは、

$$\text{Tan } \delta = G''(\omega) / G'(\omega)$$

で与えられる。

【0047】図2(b)に、応力および歪みの絶対振幅の位相関係を示す。実験的には、図2(b)のような応力および歪みの定常的な時間変化を記録して、 σ_0 、 γ_0 および (δ/ω) を求め、それぞれの式に代入して複素弾性率およびTan δを求める。

【0048】本発明において、成形後の樹脂の弾性率は 6.5×10^5 Pa以下であり、封止後の基板の反りの割合は6%以内であることが好ましい。反りの割合は、図3を参照すると、 $((L' - L)/L)$ で表わされ、

ここで L および L' は、それぞれ基板の厚さと封止樹脂の厚さとの合計、および基板に反りが生じた後の最大値である。そこで、弾性率を a 、(Pa)、熱膨張率を b 、(1/K)とし、前記配線基板の熱膨張率を b_0 、(1/K)としたとき、 $|b - b_0| \times a < 5 \times 10^5$ の関係を満たすように、それぞれの値を制限することが望ましい。さらに、反りを十分に低減するためには、弾性率 a は 5×10^5 Pa未満であり、 $|b - b_0| \times a < 3 \times 10^5$ であることが好ましい。弾性率 a は 5×10^5 Pa未満であって、 $|b - b_0| \times a < 1 \times 10^5$ であると、反りを完全に防止することができるので、最も好ましい。

【0049】これらの樹脂の成形後のT_{an δ}が0.05以上であり、0.1以上であると反りを充分に低減することができるので好ましい。さらに、成形後のT_{an δ}が0.2以上であると反りを完全に防止することができるので、より好ましい。

【0050】なお、このような樹脂としては、熱硬化性樹脂が挙げられる。

【0051】本発明で使用され得る熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、マレイミド樹脂、シリコン樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン樹脂、およびアクリル樹脂等が挙げられ、これらの樹脂は単独、または組み合わせて用いてもよい。なお、これらの熱硬化性樹脂を使用する際には、成形時に使用される金型を加熱する、または誘導加熱により未硬化樹脂のみを選択的に加熱するなどの方法を用いて硬化させることができる。

【0052】上述の熱硬化性樹脂の中でも、特にエポキシ樹脂の使用が好ましく、一分子中にエポキシ基を少なくとも2個以上有するものであれば、任意のものを使用することができる。例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、脂環型エポキシ樹脂、グリシジルエステル型エポキシ樹脂などがあげられ、これらは単独あるいは2種以上の混合系で使用する

ことができる。

【0053】本発明の半導体装置に用いられる樹脂には、弾性率の低いゴムを添加することが好ましい。

【0054】ゴム成分を使用することによって、封止樹脂の弾性率が低下するのみならず、基板と樹脂との密着性が向上するので、パッケージング時のクラック発生を抑制することができ、半導体装置の信頼性がより向上する。

【0055】使用が好ましいゴムとしては、例えば、スチレンブタジエンゴム、ブタジエンゴム、イソブレンゴム、アクリルニトリルブタジエン共重合ゴム、クロロブレンゴム、ブチルゴム、ワレタンゴム、シリコンゴム、多硫化ゴム、水素化ニトリルゴム、フッ素ゴム、フッ化ビニリデンゴム、アクリルゴム、および天然ゴム等が挙げられる。また、熱可塑性エラストマーとしてスチレン系、オレフィン系、ウレタン系、ポリエステル系、ポリアミド系、ポリブタジエン系、塩化ビニル系、およびフッ素系等を使用してもよい。

【0056】これらのゴムの中で、特に使用が好ましいものとして、フッ素ゴムおよびシリコンゴムが挙げられる。フッ素ゴムは、顕著な耐熱性、耐薬品性、耐酸化性を有しており、また、およびシリコンゴムは、耐熱、耐薬性に優れ、広い温度範囲で圧縮復元性を示し、耐油性、耐水性、耐侵食性、および耐コシ性が良好で、電気特性に優れている。いずれのゴムも、半導体封止用として最適である。

【0057】これらのゴムは、単独で用いても組み合わ

せてもよく、また、エポキシ樹脂と組み合わせて用いることも可能である。

【0058】このようなゴムを硬化させるための加硫剤としては、硫黄系加硫剤、過酸化物、金属酸化物、多官能アミン、キノンジオキシン、およびメチロール樹脂等を使用することができ、特に、硫黄系加硫剤および過酸化物加硫剤が好ましい。

【0059】硫黄系の具体例としては、粉末硫黄、不溶性硫黄（ガンマ型結晶）、コロイド硫黄等、塩化硫黄、セレン、テルル、チウラムジスルフィド、チウラムテトラスルフィド、モルフォリン誘導体、ジチオカルバミン酸セレン、およびアルキルフェノールポリスルフィド等が挙げられる。

【0060】また、過酸化物としては、無機過酸化物、有機過酸化物、および有機過酸化物等が挙げられる。使用が好ましい有機過酸化物としてベンゾイルパーオキシド、過酸化ベンゾイル、1,1-ジ-tert-ブチルペルオキシド、3,5-tert-ブチルペルオキシド（TBP）、tert-ブチルペルオキシド（BCPO）、ジ-tert-ブチルペルオキシド（DCP）、2,5-ジメチル-2,5-ジ（tert-ブチルペルオキシ）ヘキサン（TBPH）、2,5-ジメチル-2,5-ジ（tert-ブチルペルオキシ）ヘキサン（TBPH-3）、1,3-ビス（tert-ブチルペルオキシ）isoo-プロピルベンゼン（BPOPB）、tert-ブチルペルオキシ-isoo-プロピルカルボナート等がある。

【0061】また、これらに加硫促進剤を加えることも可能である。加硫促進剤としては、例えば、2-メルカプトベンゾチアゾール、ジベンゾチアゾールジスルフィド、2-メルカプトベンゾチアゾールの銅塩、N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド、N-オキシジエチレン-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド、N,N-ジイソプロピル-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド、N,N-ジエチルチオカーバモイル-2-ベンゾチアゾールスルフィド、ヘキサメチレンテトラミン、ジフェニルジアミン、テトラメチルチウラムモノスルフィド、ジメチルジチオカーバミン酸亜鉛等を使用することができる。

【0062】これらのゴム成分を封止樹脂に添加する場合には、封止樹脂の有機成分に対する割合は、5%以上であり、さらに反りの低減や密着性の向上を考慮すると、10%以上含まれることが好ましい。特に、20%以上とすると、反りを完全に無くして吸水率を低減し十分な信頼性を得ることができるので、より好ましい。

【0063】本発明に用いられる樹脂には、前述のゴム成分に加えて、硬化剤、硬化促進剤、可塑剤、離型剤、難燃剤、充填材、低応力添加剤、その他各種添加剤を添加することができる。

【0064】硬化剤としては、アミン酸、炭酸水素物、お

よび脂肪酸、アルキッド樹脂等を挙げることができるが、エポキシ樹脂を使用する場合には、フェノール樹脂を用いることが好ましい。具体的には、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂などのフェノール性水酸基2個以上を有するノボラック型フェノール樹脂等が挙げられる。

【0065】硬化促進剤としては、エポキシ樹脂と硬化剤との反応を促進する任意の促進剤を使用することができる。例えば、各種のアミン類、イミダゾール類、ジアザビシクロアルケン類、有機ホスフィン類、ジルコニウムアルコール、およびジルコニウムキレートなどが挙げられる。アミン類としては、N、N-ジメチルシクロヘキシルアミン、N-メチルジシクロヘキシルアミン、トリエチレンジアミン、ジアミノジフェニルスルホン、ジメチルアミノメチルフェノール、ベンジルジメチルアミン、およびトリスジメチルアミノメチルフェノール等が挙げられ、イミダゾール類としては、2-メチルイミダゾール、2-フェニルイミダゾール、ヘプタデシルイミダゾール、2-ヘプタデシルイミダゾール、2-エチルイミダゾール、および2-エチル-4-メチルイミダゾール等が挙げられる。また、ジアザビシクロアルケン類としては、1,8-ジアザビシクロ(5,4,0)ウンデセン-7 (DBU)、およびDBUのフェノール塩(例えば、U-CATSA No. 1)等が挙げられ、有機ホスフィン類としては、トリフェニルホスフィン(TPP)、トリブチルホスフィン、トリシクロヘキシルホスフィン、およびメチルジフェニルホスフィンなどが挙げられる。

【0066】これらの硬化促進剤のうちでは、電気特性の点からトリフェニルホスフィン、ヘプタデシルイミダゾールが特に好ましい。

【0067】可塑剤としては、例えば、パラフィン系油、ナフテン系油、芳香族系油、ワックス、パインオイル、パインター、ピッチ、樹脂、コールター油、脂肪酸、クマロン、インデン樹脂、およびアクリル系等が挙げられる。

【0068】離型剤としては、炭化水素系ワックス、脂肪酸系ワックス、脂肪酸アミド系ワックス、およびエステル系ワックス等が挙げられる。具体例としては、耐熱性の点から、カルナバワックス、モンタンワックス等のエステル系ワックスが好ましく、その他にステアリン酸、パルミチン酸、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウムなどの長鎖カルボン酸及びそれらの金属塩、低分子量ポリエチレンワックスなどが挙げられる。これらの離型剤は単独で用いても、組み合わせで用いてもよい。

【0069】触媒剤としては、ハロゲン系、リン系、無機系の触媒剤を使用することができる。ハロゲン系触媒剤は、主に臭素系と塩素系に大別され、好ましい臭素系の触媒剤として、例えば、臭素化ビスフェノールA型エ

ポキシ樹脂などが挙げられる。この臭素系触媒剤は、塩素系に比べて触媒効果がよく、三酸化アンチモンとの併用効果が大きいので好ましい。なお、使用が好ましい塩素系触媒剤としては、例えば、塩素化パラフィンが挙げられる。

【0070】また、無機系触媒剤として使用が好ましいものとしては、赤リン、酸スズ、三酸化アンチモン、水酸化ジルコニウム、メタホウ酸バリウム、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、およびカルシウムアルミネート水和物等が挙げられ、特に好ましくは、三酸化アンチモンおよび水酸化アルミニウムである。

【0071】本発明において、使用される充填材及び低応力添加剤は、その最大粒子径が半導体素子封止後の素子側面側の樹脂厚さの90%以下であるものが望ましい。樹脂厚さ以上の粒子径のものをを用いると、半導体側面に力がかかり、配線を切断するおそれがある。

【0072】充填材としては、無機質フィラーを使用することができ、その形状は限定されない。すなわち、球形状、角の丸い球形状、種球状、球状、繊維状、薄片状、および板状の無機質フィラーを使用することができる。無機質フィラーの素材としては、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化アンチモン、酸化チタン、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、窒化アルミニウム、窒化ケイ素や、各種のガラス素材、およびセラミックス素材などを挙げることができる。これらの中では、純度の高い酸化ケイ素素材、すなわち溶融シリカや結晶性シリカの粉末が半導体封止用フィラーとして好適に用いられる。高発熱の半導体パッケージを封止する場合には、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、およびアルミナ等のより熱伝導性の高い無機質フィラーを使用することが好ましい。

【0073】本発明に用いられる樹脂には、種々の着色剤を添加してもよい。着色剤としては、光を遮光するものとしては黒色の顔料の着色剤が好ましく、特にカーボンブラックが好ましい。また、種々な色の着色剤を含む樹脂を黒色の着色剤の樹脂と重ね合わせて用いることもでき、無機顔料、有機顔料、および染料等を使用することができる。

【0074】無機顔料は、一般に色が鮮明でないが、耐光性、耐熱性、および耐溶剤性に優れ、隠蔽力が大きい。使用が好ましい無機顔料としては、以下のようなものが挙げられる。ZnO、TiO₂、2PbCO₃・Pb(OH)₂、およびZnS+BaSO₄等の白色顔料；PbCrO₄、CdS+ZnO、およびK₂[Co(NO₂)₆]等の黄色顔料；PbCrO₄+PbSO₄+PbMoO₄等の橙色顔料；CdS+CdSe、Fe₂O₃、およびPb₃O₄等の赤色顔料；KFe[Fe(CN)₆]、NaFe[Fe(CN)₆]、およびNH₄Fe[Fe(CN)₆]等の青色顔料；CoO+ZnO、およびCr₂O₃等の緑色顔料；Fe₂O₃等

の黒色顔料等である。さらに、炭酸カルシウム、硫酸バリウム、水酸化アルミニウム、バライト粉、アルミニウム粉、およびブロンズ粉等の無機顔料が挙げられ、これらの顔料を単独で用いても複数の顔料を組み合わせて使用することができる。

【0075】また使用が好ましい有機顔料としては、以下に示すようなものが挙げられる。すなわち、アゾ系、アントラキノン系、およびキナクリドン類等の赤色や橙色顔料；トリフェニルメタン系レーキ、オキサジン染料、およびアントラキノン染料等の紫色顔料；フタロシアニン染料、インダントロンなアントラキノン染料、およびトリフェニルメタン系レーキ等の青色顔料；フタロシアニン系、およびアントラキノン系等の緑色顔料；黒色はアニリンの酸化縮合物であるダイヤモンドブラック等の黒色顔料等が挙げられる。これらの顔料は、単独で用いても複数の顔料を組み合わせて用いてもよい。

【0076】また、本発明においては、未硬化樹脂を無機系および有機系の各種の織布で強化して使用することもできる。

【0077】無機系としては、ガラス、石英、炭素繊維、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、アルミナ、ジルコニア、およびチタン酸カリウム繊維等が挙げられ、有機系としては、ナイロン系、アクリル系、ビニロン系、ポリ塩化ビニル系、ポリエステル系、アラミド系、フェノール系、レーヨン系、アセテート系、綿、麻、絹、および羊毛などが挙げられる。これらの材料は、単独で用いても、組み合わせて用いてもよい。

【0078】本発明の半導体装置の第1の態様を用いられる未硬化樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、硬化剤、離脱剤、硬化促進剤、着色剤、充填材・低応力添加剤、その他の材料を粉砕、混合、溶解することによって製造することができる。

【0079】さらに、溶解後の樹脂をロールにかけることによって、シート状に成形して用いる。

【0080】得られた樹脂シートは非常に脆いので、所定の大きさに切断する際には、以下のような手段を用いることが好ましい。まず樹脂シートを離型紙上で加熱し、冷えた刃を押し当てることにより切断する、または、樹脂シートは室温のままとし、加熱した刃を用いて切断する。樹脂シートまたは刃の加熱温度は、樹脂の硬化が進行しない程度に樹脂を十分に溶解させる温度が好ましく、具体的には、70℃～130℃が好ましい。

【0081】また、ガラス織布などの織布で強化したプリプレグを使用する場合には、樹脂、硬化剤、硬化促進剤、離脱剤、充填材、その他の材料をアセトンなどの溶剤に溶解して適当な濃度の溶液を調製し、この溶液を織布に塗布するか、溶液中に織布を浸させ、放置、加熱、又は減圧下において、溶液を揮発させることによりプリプレグを作製することができる。

【0082】本発明の樹脂封止型半導体装置における樹

脂層は、成形後には、低弾性率の樹脂を用いる点に特徴を有する。

【0083】これらの低弾性率の樹脂は、熱時強度が大幅に低下するため、従来のトランスファ成形法で成形すると、離型時にパッケージが壊れたり、パッケージの搬送に用いるランナー部の樹脂が柔らかくなり、搬送が困難となる。しかしながら、樹脂シートを用いた成形法では、図1に示す内側金型8によりパッケージを型からエジェクトできるため、トランスファ成形法のような、ピンを用いたエジェクト法よりもパッケージに対するダメージが大幅に少なくなる。さらに、ランナー部を有しないこの封止方法では、樹脂の低弾性率化による熱時強度の低下の影響をほとんど受けない。

【0084】溶剤中に溶解した樹脂を用いるポッティング法では、低弾性率化するためにゴムを用いて封止すると、成形時にその大きく柔らかい網目構造中に溶剤が残留してしまうために、パッケージとしての信頼性を低下させる。さらに、低弾性率化のためにMBS等のゴム粒子を封止樹脂中に分散したものを用いる場合には、溶剤を加えることでその分散させたゴム粒子が再び凝集することにより、封止樹脂としての均一性を失い、樹脂としての強度を低下させる。また、ポッティング法では、溶剤を蒸発させるために通常樹脂を200μm以下にしており、TCP (Tape Carrier Package) タイプのみを封止していた。しかし、BGAパッケージでは、一般に、ワイヤーボンディングタイプであるため、そのワイヤーを十分覆う樹脂厚が最低でも500μm以上必要であり、ポッティング法での封止は不可能である。さらに、ポッティング法では、成形後の寸法精度が低いという欠点がある。

【0085】したがって、樹脂シートを用いて封止する方法を用いることにより、これらの欠点をカバーして、低弾性率樹脂を用いて封止することができる。

【0086】次に、本発明の半導体装置の第2の態様について説明する。

【0087】第2の態様において使用される未硬化樹脂としては、第1の態様と同様の熱硬化性樹脂、さらに、熱可塑性樹脂、ゴム、およびエンジニアリングプラスチックなどが挙げられる。

【0088】ここで用いられる未硬化樹脂は、靱性弾性率およびTan δの値が限定されない以外は、上述の第1の態様の場合と同様の材料を用いてシート状に製造することができる。すなわち、例えば、エポキシ樹脂、硬化剤、離脱剤、硬化促進剤、充填材、低応力添加剤、およびその他の材料を粉砕、混合、溶解してロールにかけることによって作成することができる。

【0089】なお、シートの寸法および厚さは、基板の裏面に設けられたパンプ電極の寸法等に応じて、適宜選択することができる。

【0090】得られたシートは、第1の態様の場合と同

後にして所定の寸法に切断した後、片面に収縮防止板を取り付けて封止に用いる。

【0091】シート状の未硬化樹脂の片面に取り付け得る収縮防止板の材質としては、金属、セラミックス、およびプラスチックなどが挙げられる。

【0092】金属としては、弾性率が高く、さらに放熱性を考慮すると熱伝導性の高いものが好ましい。具体的には、例えば、鉄、銅、アルミニウム、ニッケル、クロム、亜鉛、スズ、銀、金、鉛、マグネシウム、チタン、ジルコニア、タンダステン、モリブデン、コバルト、スランレンス、42ニッケル-鉄合金、真鍮、ジュラルミンなどこれらの金属の合金が挙げられる。ただし、パッケージの薄型化を指向する場合は、特に薄型に加工でき、かつ軽量の材料を用いることが望ましい。

【0093】このように片面に収縮防止板を取り付けた樹脂シートを用いて、半導体装置を製造するに当たっては、図4に示すような工程にしたがって行なうことができる。

【0094】まず、図4(a)に示すように、半導体素子3がボンディングワイヤ4によって実装された基板1の上に、収縮防止板11が取り付けられた封止用樹脂シート5を配置する。なお、基板1の裏面には、入出力端子用のはんだパンプ2が二次元に配列されている。

【0095】次に、図4(b)に示すように外側金型7を締め、パッケージとの隙間を埋めてバリの発生を抑える。最後に、図4(c)に示すように内側金型8を締め、加圧しながら樹脂を硬化させることによって、第2の樹脂の樹脂封止型半導体装置が得られる。

【0096】この方法によると、半導体チップを接続した基板と収縮防止板との間に樹脂シートが挟まれるので、収縮防止板の弾性率、厚さ、および熱膨張率を適切な値に設定することによって、成形後に反りがなくパッケージが得られる。

【0097】なお、このように板を取り付けた樹脂シートで封止する場合には、板の弾性率を a_1 (Pa)、厚さを t_1 (mm)、熱膨張係数を b_1 (1/K)とし、半導体チップを接続した回路基板の弾性率、厚さ、および熱膨張係数を、それぞれ a_2 (Pa)、 t_2 (mm)、および b_2 (1/K)とすると、以下の式に示される様な関係であることが望まれる。

【0098】 $0.8 < a_1 \cdot t_1 \cdot b_1 / a_2 \cdot t_2 \cdot b_2 < 1.2$

以上、半導体装置の封止に着目してパッケージ基板の反りを低減する方法を説明したが、基板の反りを低減する方法は、これに限定されるものではない。すなわち、チップを実装した基板表面の封止に加えて、パッケージ基板と回路基板との間に熱硬化性樹脂シートを挟んで加圧圧着することによって、基板の反りを低減することもできる。

【0099】この場合、回路基板と前記基板の間に配置

される実装樹脂、および半導体チップを接続した基板の表面を封止する封止樹脂の特性を適切な値に設定することによって、実装後に反りが少なくなり、実装時における不良発生率を低減することができる。特性としては、樹脂の弾性率、厚さ、および熱膨張率が挙げられ、具体的に、成形後の封止樹脂の弾性率を a_3 (Pa)、厚さを t_3 (mm)、熱膨張係数を b_3 (1/K)とし、実装後の樹脂の弾性率を a_4 (Pa)、厚さを t_4 (mm)、熱膨張係数を b_4 (1/K)とすると、以下の式に示されるような関係であることが望まれる。

【0100】 $0.8 < a_3 \cdot t_3 \cdot b_3 / a_4 \cdot t_4 \cdot b_4 < 1.2$

なお、実装に用いる樹脂シートは、予めはんだ端子に対応する部分に開孔部を設けておくことが好ましいが、はんだ端子は、樹脂シートに比較して硬いボールであるために変形が少ない。そのため、開孔部を設けない樹脂シートを用いても圧力をかけてはんだ端子を樹脂シートに押し付けて、シートに穴を開けて下の回路基板まで達して接続することができる。

【0101】樹脂シートを用いた実装方法の具体例を図5に示す。

【0102】まず、図5(a)に示すように、半導体素子3がボンディングワイヤ4によって実装され、封止用樹脂シート5によって実装面が封止された基板1と、回路基板12の間に実装用樹脂シート6を配置する。

【0103】次に、図5(b)に示すように上下の金型9および10で加圧圧着することによって樹脂を硬化させる。パッケージと回路基板との間に配置された樹脂が、接続を強固にするので、パッケージの多少の反りや変形を度して基板を平らにすることができる。

【0104】上述のように、パッケージ基板と回路基板との間に樹脂シートを配置して電子回路装置を製造する場合には、シートの厚さ方向において熱膨張係数に傾斜を与えることによって、パッケージ基板の反りを防止するとともに、パンプ接続部に発生する応力歪みを段階的に緩和し、装置の信頼性をさらに向上させることができる。

【0105】以下、厚さ方向において熱膨張係数を段階的に異にした樹脂シートを用いた本発明の電子回路装置を詳細に説明する。

【0106】本発明の電子回路装置に用いられるパッケージ基板は、その裏面に入出力端子用のはんだパンプが二次元に配列されているものであれば、その材質は限定されない。例えば、プラスチック、フィルムキャリア、およびセラミックス等を使用することができる。

【0107】基板に実装される半導体素子の種類は、特に限定されない。

【0108】また、BGAパッケージ基板に半導体チップを接続する方法は特に限定されるものではなく、ワイヤボンディング、フリップチップ技術等を使用すること

ができる。なお、フリップチップ技術により実装する場合には、半導体チップと回路基板との間に樹脂を充填することが好ましい。

【01109】半導体チップが実装されたパッケージ基板の表面は、樹脂封止またはメタルキャップにより封止されていてもよい。

【01110】パッケージ基板の裏面には、例えば、以下に示すようにしてはんだパンプを形成することができる。すなわち、パッケージを反転し、スクリーン印刷用のメタルマスクを用いて、モジュール基板の電極パッド 10 に対応する部分にペーストを塗布印刷後、全体をリフローする。ここで、はんだペーストの代わりにはんだボールを用いてもよい。

【01111】本発明の電子回路装置に用いられるBGAパッケージの一例を、図6(a)に示す。BGAパッケージ21においては、AlNからなるパッケージ基板22の表面に半導体チップ23がボンディングワイヤ27により接続されており、さらに、樹脂キャップ27によって封止されている。また、パッケージ基板22の裏面には、はんだパンプ25が形成されている。

【01112】また、BGAパッケージを実装するための回路配線基板の材質は、特に限定されるものではない。例えば、ガラスエポキシ、ポリイミド、アルミナ、および窒化アルミ等を使用することができる。

【01113】図6(b)に回路配線基板の一例を示す。図示するように、ガラスエポキシ製の回路配線基板28の表面に、電極パッド29が形成されている。

【01114】本発明において、パッケージ基板と回路配線基板との間に配置される樹脂シートは、熱硬化性樹脂であれば、任意の樹脂を使用することができる。具体的には、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、マレイミド樹脂、シリコン樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン樹脂、アクリル樹脂、およびノボラック樹脂等が挙げられる。

【01115】本発明に用いられる樹脂シートは、例えば、樹脂、硬化剤、充填材、硬化触媒、および必要に応じてその他の添加剤を粉砕、混合、溶解した後、ロールにかけることによって製造することができる。

【01116】硬化剤としては、エポキシ樹脂を使用する場合、フェノール樹脂を使用することが好ましい。また、充填材としては、石英フィラ、溶融フィラ等が挙げられ、フィラの粒径は、0.1~200 μ m程度とすることができる。硬化触媒としては、例えば、トリフェニルホスフィン、ヘプタデシルイミダゾール、およびN,N-ジメチルクロヘキシルアミン等が挙げられる。

【01117】本発明の電子回路装置に用いられる樹脂シートは、厚さ方向における熱膨張係数を段階的に変化させて傾斜を与えたものであり、この樹脂シートにおける熱膨張係数の値は、パッケージ基板および回路配線基板 50

の熱膨張係数の値の間であることが好ましい。

【01118】樹脂シートの厚さ方向での熱膨張係数の値は、前述の充填材の量をシートの厚さ方向で段階的に変えることによって変化させることができ、熱膨張係数を段階的に変化させた複数のシートを積層して製造することが好ましい。この場合、積層されるシートの枚数は多いほど好ましいが、少なくとも3層あれば、パンプ接続部に発生する応力を緩和することができる。

【01119】また、樹脂シートにおける熱膨張係数の変化の方向は、パッケージ基板と回路配線基板との熱膨張係数に応じて選択することができる。例えば、ガラスエポキシ製（熱膨張係数： 40×10^{-6} p.p.m./ $^{\circ}$ C）の回路配線基板の上に、AlN（熱膨張係数： 5×10^{-6} p.p.m./ $^{\circ}$ C）基板で構成されるパッケージを実装する場合 には、パッケージ基板側から回路配線基板側に向けて樹脂シートの熱膨張係数を増加させると、応力を分散し、パッケージ基板裏面のパンプ形成面および回路配線基板表面のバンプバンプの剥離を防止することができる。樹脂シートにおける熱膨張係数の変化の方向が逆の場合には、パッケージが搭載される部分の回路配線基板 20 部分の反りを小さくできるという効果が得られるのでより好ましい。

【01120】なお、パッケージ基板の熱膨張係数と回路配線基板の熱膨張係数との関係が上述と逆の場合には、樹脂シートにおける熱膨張係数の変化の方向も逆とすることが好ましい。

【01121】前述の樹脂シートは、その寸法を縦横寸法が搭載するパッケージ基板の縦横寸法に比較して20%~40%大きくすることが好ましい。この範囲内であると、パッケージ基板と回路配線基板の熱膨張係数の相異に起因して発生する応力を、4辺均一に分散させることによって、一辺に集中するのを避けることができるので、パッケージが回路配線基板から剥離することを防止できる。

【01122】なお、樹脂シートの厚さは、パンプ電極の寸法に応じて適宜選択することができ、特に限定されるものではない。

【01123】本発明の電子回路装置に用いられる樹脂シートは、図7(a)に示すように、パッケージのパンプに対応した位置に貫通孔41を設けることが好ましい。なお、A-A'における断面を図7(b)に示す。樹脂シート40には、貫通孔41が形成されているので、パッケージ基板のパンプ電極と回路配線基板のパッド電極との間に樹脂が残留することなく、より確実に接合することができる。

【01124】パンプ電極のはんだ組成が非晶組成に近く融点が低い場合には、加圧時にはんだが変形してパンプ電極と回路配線基板の電極パッドとの接触が不完全となるおそれがあるが、樹脂シートに貫通孔を設けることによって、このような接合不良は防止される。したがっ

て、パンプ電極と電極パッドとを確実に電気的に接続することができる。

【0125】貫通孔は、パンプ電極の直径と同寸法で形成することが好ましいが、±5μm程度の差があってもよい。

【0126】このような貫通孔は、エッチングを用いて樹脂シートに形成することができるが、100μmピッチ以上の孔の場合には、プレスを用いた一括法で開けることが望ましい。

【0127】さらにパンプピッチが狭いパッケージを回路配線基板に実装する場合には、前述の貫通孔を有するシートを用いても、パンプ電極と電極パッドとの接触が不完全となるので、パンプ電極高さを高くした高アスペクト比パンプを形成するのが困難になる場合がある。

【0128】このような場合には、図7(c)に示すように、パンプ電極の対応する位置に設けられた貫通孔41中に金属導体43が埋め込まれた樹脂シートを用いることが好ましい。これによって、樹脂シート中にはんだパンプを埋設する必要がなくなり、パンプ電極と回路配線基板の電極パッドとの接続を確実に実施できる。なお、この場合、樹脂シート中に埋設されている金属導体の上部が、接続するはんだ体積より大きい体積で、樹脂平坦面より若干凹形状を有していることが望ましい。

【0129】貫通孔に埋め込まれる金属としては、パンプと同じ組成のはんだが最も望ましいが、パンプと同じPb/Snはんだであれば、任意の組成のはんだを使用することができる。場合によっては、Au、Cu、Ni、Ag、Ti、あるいはこれらの組み合わせによる積層金属を用いることもできる。

【0130】次に、図面を参照して、上述の樹脂シートを用いた本発明の電子回路装置の製造方法を説明する。

【0131】図8～9に、本発明の電子回路装置の製造工程を表わす断面図を示す。

【0132】まず、図8(a)に示すように、回路配線基板28をヒータ32で加熱し、その実装面には、未硬化性の樹脂シート30を、例えば、10kg/mm²で加圧しつつ配置する。これによって、樹脂シート30を回路配線基板28の表面に接着することができ、位置合わせ後に樹脂シートが所定的位置から移動することはない。

【0133】次に、ハーフミラーを有して位置合わせを行うボンダーを用いて、図8(b)に示すように、回路配線基板28上に配置された樹脂シート30の上に、BGAパッケージ21のパンプ電極25と、回路配線基板28の対応する電極パッド29とを位置合わせする。なお、回路配線基板28下のヒータ32およびパッケージを保持するコレット34は、180℃に加熱されているが、パンプ電極25は共晶温度より低いため、はんだパンプ電極が溶融することはない。

【0134】続いて、図9(a)に示すように、コレッ

トを下方に移動し、半溶融した樹脂シート30中にパンプ電極25が配置するように、例えば、30kg/mm²で加圧して、パッケージ21のパンプ電極25と回路配線基板28の電極パッド29とを接触させる。さらに温度を上昇させることによってはんだを溶融し、回路配線基板28の電極パッド29とパンプ電極25とを接続する。

【0135】以上の工程を実施することにより、図9(b)に示す電子回路装置35が得られる。

【0136】なお、上述の製造方法では、ボンディングワイヤーによって半導体チップがパッケージ基板に実装されたBGAパッケージを回路配線基板に実装したが、半導体チップの実装方法は、これに限定されるものではない。例えば、フリップチップ実装法により半導体チップが接続されたBGAパッケージを用いることもでき、この場合に得られる電子回路装置の例を図10に示す。なお、この場合には、図示するように、半導体チップ23とパッケージ基板22の隙間には、樹脂38が配置されていることが望ましい。

【0137】

【作用】本発明の樹脂封止型半導体装置は、成形後の弾性率とT_{an δ}とを限定した樹脂を用いて封止しているので、反りを低減したBGAパッケージを得ることができ、実装時の不良発生率を大幅に低減できる。

【0138】特に、成形後の形に近いように予めシート状に加工した樹脂を使用する場合には、成形時の樹脂の移動距離がトランスファ成形法に比べて非常に小さく、しかも樹脂を流すためのランナーなどを設ける必要がないので、樹脂の粘度を高めることができる。したがって、未硬化樹脂をシート状に加工し、プレス金型内で半導体素子に加熱・加圧しながら硬化させて封止することによって、基板の反りを防止するとともに、バリの発生を防止することもできる。

【0139】さらに、低弾性率化によるパッケージの熱時強度の低下で、トランスファ法では困難となる搬送やエジェクトの問題を、シートを用いた方法では金型の平面でエジェクトする方法を採用することにより解決できる。

【0140】樹脂の特性を限定しない場合でも、一方の面に収縮防止板を取り付けた樹脂シートを用いることによって、半導体素子を実装した基板と前記収縮防止板との間に挟まれた状態で樹脂を硬化させることができるので、反りを防止したパッケージが得られる。

【0141】したがって本発明によれば、樹脂封止型半導体装置の信頼性を長期にわたって保証することができる。

【0142】また、本発明の電子回路装置においては、BGAパッケージ基板と回路配線基板との間に、厚さ方向における熱膨張係数に傾斜を有する樹脂シートを配置しているので、パンプ接続部に発生する応力を段階的に

緩和することができる。その結果、電子回路装置の信頼性寿命を向上させることが可能になる。

【0143】さらに、未硬化樹脂を予めシート状に成形して使用しているので、開隙に液体状樹脂を含浸させる場合のように長時間を必要としなくなり、製造コストの削減にもつながる。このように樹脂をシート状に成形することによって、樹脂中に含有されるフィラの粒径が大きい場合でも、BGAパッケージと回路配線基板との間に容易に樹脂を配置することができる。

【0144】液体状の樹脂を用いた場合には、含浸が充分でないために、パッケージ基板と回路配線基板との開隙部分に樹脂を均一に配置することが困難であるばかりでなく、開隙部分にボイドが発生すること起因して十分な信頼性が得られないという問題があったが、本発明においては、寸法が定められた未硬化性の樹脂シートを回路配線基板上に配置した後、この樹脂シートの上にパッケージを搭載して圧力を加えながら封止を行うので、樹脂を開隙部分に均一に配置することができ、しかも、ボイドが発生することもない。

【0145】したがって、パンプ機構部に発生する応力歪みを低減して、電子回路装置の信頼性を向上させることができる。

【0146】

【実施例】以下、本発明の具体例を示して、本発明をより詳細に説明する。

【0147】（実施例1）まず、原料として、以下に示す各成分を用い、それぞれに示す割合で配合し樹脂シートを作成した。

【0148】（樹脂1）シリコンゴムとしてのジメチルポリシロキサン（東芝シリコン社製、TSE200）100部に、加硫剤としての有機過酸化化合物であるベンゾイルパーオキシドを3部加え、さらに充填材として溶融シリカ（GR-80AK）を350部、シランカップリング剤としてA-187（UCC社製）を3.5部、着色剤としてカーボンブラック（CB-30）を1.5部加え、各成分を2本ロールを用い45℃で混練して、未硬化シリコンゴム組成物を得た。

【0149】この樹脂の成型後の室温における弾性率は 2.5×10^5 Paであり、熱膨張率は 3.3×10^{-5} （1/K）であり、 $\tan \delta$ は0.22であった。

【0150】（樹脂2）弗素ゴムとしてビニリデンフロライドとヘキサフルオロプロピレン（デュポン社製、Viton A）を100部用い、加硫剤として過酸化化合物である過酸化ベンゾイルを2.5部加え、さらに充填材として溶融シリカ（GR-80AK）を350部、シランカップリング剤としてA-187（UCC社製）を3.5部、着色剤としてカーボンブラック（CB-30）を1.5部加え、各成分を2本ロールを用い120℃で混練して、未硬化弗素ゴム組成物を得た。

【0151】この樹脂の成型後の室温における弾性率は

3.0×10^5 Paであり、熱膨張率は 3.1×10^{-5} （1/K）であり、 $\tan \delta$ は0.25であった。

【0152】（樹脂3）エポキシ樹脂としてE8X-221（住友化学製、エポキシ当量220、軟化点85℃）を70部、難燃性エポキシ樹脂としてAER-745（旭化成社製、臭素化エポキシ樹脂）を30部、フェノール樹脂としてXL-225L（三井東圧化学製、フェノールアララルキル樹脂、軟化点84℃、水酸基当量180）を56部、シランカップリング剤としてA-187（UCC社製）を3.5部、着色剤としてカーボンブラック（CB-30）を1.5部、硬化促進剤としてC172（昭和化成製、ヘプタゲシリイミダゾール）を2部、シリコーンゲルとして加熱硬化タイプ付加型シリコーンゲルを14部、MBS平均粒径 $30 \mu\text{m}$ を45部、難燃剤としてエステルワックスを2部、難燃剤として三酸化アンチモンを14部、充填材として溶融シリカGR-80AKを370部用いた。シリコーンゲルおよびMBSは予め硬化剤に分散させて用いた。すなわち、万能混合機中でフェノール樹脂を軟化点以上の温度で加熱溶解し、シリコーンゲルおよびMBS粉末を添加した後、攪拌・混合し、さらに3本ロールにて混練し、均一分散させ、最大粒子径を小さくした。その後、各成分を2本ロールで混練して、未硬化樹脂組成物を得た。

【0153】この樹脂の成型後の室温における弾性率は 2.40×10^5 Paであり、熱膨張率は 2.4×10^{-5} （1/K）であり、 $\tan \delta$ は0.13であった。

【0154】（樹脂4）シリコーンゲルとして、加熱硬化タイプ付加型シリコーンゲルを12部、MBS平均粒径 $30 \mu\text{m}$ を40部用いた以外は、前述の樹脂組成3と同様の配合で未硬化樹脂組成物を得た。

【0155】この樹脂の成型後の室温における弾性率は 3.80×10^5 Paであり、熱膨張率は 2.2×10^{-5} （1/K）であり、 $\tan \delta$ は0.09であった。

【0156】（樹脂5）シリコーンゲルとして、加熱硬化タイプ付加型シリコーンゲルを10部、MBS平均粒径 $30 \mu\text{m}$ を30部用いた以外は、前述の樹脂組成3と同様の配合で未硬化樹脂組成物を得た。

【0157】この樹脂の成型後の室温における弾性率は 6.10×10^5 Paであり、熱膨張率は 2.0×10^{-5} （1/K）であり、 $\tan \delta$ は0.06であった。

【0158】（樹脂6）シリコーンゲルとして、加熱硬化タイプ付加型シリコーンゲルを7部、MBS平均粒径 $30 \mu\text{m}$ を10部用いた以外は、前述の樹脂組成3と同様の配合で未硬化樹脂組成物を得た。

【0159】この樹脂の成型後の室温における弾性率は 1.20×10^5 Paであり、熱膨張率は 1.8×10^{-5} （1/K）であり、 $\tan \delta$ は0.04であった。

【0160】（樹脂7）シリコーンゲルとして、加熱硬化タイプ付加型シリコーンゲルを2部、MBS平均粒径 $30 \mu\text{m}$ を5部用いた以外は、前述の樹脂組成3と同様の配合で未硬化樹脂組成物を得た。

の配合で未硬化樹脂組成物を得た。

【0161】この樹脂の成型後の室温における弾性率は 1.60×10^9 Paであり、熱膨張率は 1.4×10^{-5} (1/K)であり、 $\tan \delta$ は0.03であった。

【0162】上述の樹脂1~7の組成物を、それぞれプレスを用いて所定の厚さのシートに圧延し、さらに800 μ mの厚さまで圧延して一枚の樹脂シートを得た。次に、加熱したシートに冷えた刃を押し当てることによって、32mm \times 32mmの大きさに切断した。

【0163】(実施例1-1) BGA(出入口端子39 10
6ピン、1.5mmピッチ、ガラスエポキシ基板の熱膨張係数 1.2×10^{-5})の半導体チップ(15mm \times 15mm \times 400 μ m)の上に樹脂1の組成の封止用樹脂シートを配置し、プレス金型内で182℃、1分間加熱圧着した。さらに、190℃で8時間アフターキュアして、パッケージを得た。得られたパッケージの樹脂部の大きさは、35mm \times 35mmであり、その厚さは1200 μ mであった。

【0164】その後、はんだリフローによって、パッケージを実装基板(ガラスエポキシ製)に実装した。実装 20
後のパッケージと基板の間隔は410 μ mであった。

【0165】(実施例1-2) BGA(出入口端子39
6ピン、1.5mmピッチ、ガラスエポキシ基板の熱膨張係数 1.2×10^{-5})の半導体チップ(15mm \times 15mm \times 400 μ m)の上に樹脂2の組成の封止用樹脂シートを配置し、プレス金型内で190℃、3分間加熱圧着した。さらに、180℃で8時間アフターキュアして、パッケージを得た。

【0166】得られたパッケージの樹脂部の大きさは、35mm \times 35mmであり、その厚さは1200 μ mで 30
ある。

【0167】その後、はんだリフローによって、パッケージを実装基板(ガラスエポキシ製)に実装した。実装
後のパッケージと基板の間隔は410 μ mであった。

【0168】(実施例1-3) BGA(出入口端子39
6ピン、1.5mmピッチ、ガラスエポキシ基板の熱膨張係数 1.2×10^{-5})の半導体チップ(15mm \times 15mm \times 400 μ m)の上に樹脂3の組成の封止用樹脂シートを配置し、プレス金型内で182℃、1分間加熱圧着した。さらに、180℃で8時間アフターキュア 40
して、パッケージを得た。

【0169】得られたパッケージの樹脂部の大きさは、35mm \times 35mmであり、その厚さは1200 μ mであった。

【0170】その後、はんだリフローによって、パッケージを実装基板(ガラスエポキシ製)に実装した。実装
後のパッケージと基板の間隔は410 μ mであった。

【0171】(実施例1-4) BGA(出入口端子39
6ピン、1.5mmピッチ、ガラスエポキシ基板の熱膨張係数 1.2×10^{-5})の半導体チップ(15mm \times 50

15mm \times 400 μ m)の上に樹脂4の組成の封止用樹脂シートを配置し、プレス金型内で182℃、1分間加熱圧着した。さらに、180℃で8時間アフターキュアして、パッケージを得た。

【0172】得られたパッケージの樹脂部の大きさは、35mm \times 35mmであり、その厚さは1200 μ mであった。

【0173】その後、はんだリフローによって、パッケージを実装基板(ガラスエポキシ製)に実装した。実装
後のパッケージと基板の間隔は410 μ mであった。

【0174】(実施例1-5) BGA(出入口端子39
6ピン、1.5mmピッチ、ガラスエポキシ基板の熱膨張係数 1.2×10^{-5})の半導体チップ(15mm \times 15mm \times 400 μ m)の上に樹脂5の組成の封止用樹脂シートを配置し、プレス金型内で182℃、1分間加熱圧着した。さらに、180℃で8時間アフターキュアして、パッケージを得た。

【0175】得られたパッケージの樹脂部の大きさは、35mm \times 35mmであり、その厚さは1200 μ mであった。

【0176】その後、はんだリフローによって、パッケージを実装基板(ガラスエポキシ製)に実装した。実装
後のパッケージと基板の間隔は410 μ mであった。

【0177】(実施例1-6) BGA(出入口端子39
6ピン、1.5mmピッチ、AlN基板の熱膨張係数 6.4×10^{-5})の半導体チップ(15mm \times 15mm \times 400 μ m)の上に樹脂1の組成の封止用樹脂シートを配置し、182℃、1分間プレス金型で加熱圧着した。さらに、190℃で8時間アフターキュアして、パ 30
ッケージを得た。

【0178】得られたパッケージの樹脂部の大きさは、35mm \times 35mmであり、その厚さは1200 μ mであった。

【0179】その後、はんだリフローによって、パッケージを実装基板(ガラスエポキシ製)に実装した。実装
後のパッケージと基板の間隔は410 μ mであった。

【0180】(実施例1-7) BGA(出入口端子39
6ピン、1.5mmピッチ、ガラスエポキシ基板の熱膨張係数 1.2×10^{-5})の半導体チップ(15mm \times 15mm \times 400 μ m)の上に樹脂6の組成の封止用樹脂シート、および収熱防止板としての銅板(厚さ200 μ m)を配置し、プレス金型内で182℃、1分間加熱圧着した。さらに、190℃で8時間アフターキュアして、パッケージを得た。

【0181】得られたパッケージの樹脂部の大きさは、35mm \times 35mmであり、その厚さは1400 μ mであった。

【0182】その後、はんだリフローによってパッケージを実装基板(ガラスエポキシ製)に実装した。実装
後のパッケージと基板の間隔は410 μ mであった。

【0183】（実施例1-8）BGA（出入口端子39ピン、1.5mmピッチ、ガラスエポキシ製基板の熱膨張係数 1.2×10^{-6} ）の半導体チップ（1.5mm×1.5mm×400 μ m）の上に樹脂7の組成の封止用樹脂シート、および収縮防止板としてのステンレス板（厚さ200 μ m）を配置し、プレス金型内で182℃、1分間加熱圧着した。さらに、180℃で8時間アフターキュアして、パッケージを得た。

【0184】得られたパッケージの樹脂部の大きさは、3.5mm×3.5mmであり、その厚さは1400 μ mであ

った。
【0185】その後、はんだリフローによりパッケージを実装基板（ガラスエポキシ製）に実装した。実装後のパッケージと基板の間隔は410 μ mであった。

【0186】（比較例1-1）BGA（出入口端子39ピン、1.5mmピッチ、ガラスエポキシ製基板の熱膨張係数 1.2×10^{-6} ）の半導体チップ（1.5mm×1.5mm×400 μ m）の上に樹脂6の組成の封止用樹脂シートを配置し、プレス金型内で182℃、1分間加熱圧着した。さらに、180℃で8時間アフターキュアして、パッケージを得た。

【0187】得られたパッケージの樹脂部の大きさは、3.5mm×3.5mmであり、その厚さは1200 μ mであった。

【0188】その後、赤外線リフローによりパッケージを実装基板（ガラスエポキシ製）に実装した。実装後のパッケージと基板との間隔は410 μ mであった。

【0189】（比較例1-2）BGA（出入口端子39ピン、1.5mmピッチ、ガラスエポキシ製基板の熱膨張係数 1.2×10^{-6} ）の半導体チップ（1.5mm×1.5mm×400 μ m）の上に樹脂7の組成の封止用樹脂シートを配置し、プレス金型内で182℃、1分間加

*熱圧着した。さらに、180℃で8時間アフターキュアして、パッケージを得た。

【0190】得られたパッケージの樹脂部の大きさは、3.5mm×3.5mmであり、その厚さは1200 μ mであった。

【0191】その後、赤外線リフローによりパッケージを実装基板（ガラスエポキシ製）に実装した。実装後のパッケージと基板の間隔は410 μ mであった。

【0192】以上の実施例1-1～1-8、および比較例1-1～1-2で得られたパッケージ、実装後のパッケージを用いて以下のような試験を行った。

【0193】1）冷熱サイクル試験

作成したパッケージを冷熱サイクルに供し、デバイスの動作特性をチェックして不良発生率を調べた。なお、冷熱サイクルは、-65℃～室温～150℃を1サイクルとし、これを100～1000サイクル繰り返した。

【0194】2）実装後の冷熱サイクル試験

実装後のパッケージを冷熱サイクルに供し、デバイスの動作特性をチェックして不良発生率を調べた。なお、冷熱サイクルは、-65℃～室温～150℃を1サイクルとし、これを100～1000サイクル繰り返した。

【0195】3）パッケージの反り測定

パッケージの成型後の反りを図3（a）に示す方法で測定した。

【0196】4）実装後のパッケージの反り測定

パッケージの実装後の反りを図3（b）に示す方法で測定した。

【0197】以上の試験および測定の結果を、下記表1にまとめる。

【0198】

【表1】

表 1

		実 施 例								比較例	
		I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6	I-7	I-8	I-1	I-2
冷 熱 サ イ ク ル 試 験 (不良数/サンプル数)	180時間	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
	280時間	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	1/20	2/20
	380時間	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	2/20	2/20
	580時間	0/20	0/20	0/20	1/20	1/20	1/20	0/20	0/20	4/20	4/20
	1080時間	0/20	0/20	2/20	2/20	2/20	1/20	1/20	2/20	4/20	6/20
実 装 後 の 冷 熱 サ イ ク ル 試 験 (不良数/サンプル数)	直 装	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	4/20	7/20
	180時間	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	5/20	8/20
	280時間	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	7/20	8/20
	380時間	0/20	0/20	0/20	1/20	2/20	1/20	1/20	2/20	11/20	10/20
	580時間	0/20	0/20	1/20	2/20	2/20	2/20	2/20	2/20	13/20	15/20
	1080時間	0/20	0/20	1/20	3/20	2/20	2/20	2/20	3/20	15/20	17/20
パ ッ ケ ー ジ の 反 り (L'-L)/L (%)		0.3	0.1	2.8	4.2	5.3	0.5	2.6	3.3	9.3	11.2
パ ッ ケ ー ジ の 実 装 後 の 反 り (L'-L)/L (%)		0.1	0.1	2.2	3.7	4.4	0.4	2.3	3.1	9.5	15.5

表1に示したように、成形後の弾性率およびT_gが所定の範囲である樹脂を用いた実施例1-1～1-6のパッケージは、反りの割合が小さく、6%を超えること

がないので、冷熱サイクル試験での不良はほとんど発生しない。反りの割合は、実装後にはより小さくなるので、冷熱サイクル試験における不良発生率は低く、信頼

性が非常に良好である。

【0199】板材を取り付けられた樹脂シートを用いた実施例1〜7および実施例1〜8のパッケージの場合も同様に、反りの割合が小さいので、冷熱サイクル試験、実装後の冷熱サイクル試験において不良発生率が低く、高い信頼性が得られたことがわかる。

【0200】これに対して、成形後の弾性率および $T_{\alpha n}$ が本発明の範囲外である樹脂6および7を用いた比較例1〜1〜2は、200時間の冷熱サイクル試験で不良が発生しており、十分な信頼性が得られていない。これらの比較例のパッケージは、いずれも反りの割合が10%程度と大きく、この大きな反りに起因して、不良発生率が高いことがわかる。また、実装後における冷熱サイクル試験での不良発生率も高い。

【0201】(実施例II) 以下、本発明の具体例を示し、本発明の電子回路装置をより詳細に説明する。

【0202】(樹脂シートの製造) まず、クレゾールノ*

	シリカ含有量 (重量部)	熱膨張係数 (ppm/°C)
樹脂シートa	350	26×10^{-6}
樹脂シートb	200	31×10^{-6}
樹脂シートc	100	36×10^{-6}

このような熱膨張係数を有する樹脂シートa、bおよびcを、この順序で重ね、150 μ mの厚さを有する実装用樹脂シートを得た。なお、重ねる際には、温度を硬化温度以上に保持しないことによって、樹脂を未硬化状態に保つ。溶融シリカの含有量が層間で互いに異なるため、厚さ方向において熱膨張係数を段階的に異にした実装用樹脂シートが得られる。

【0206】この実装用樹脂シートの熱膨張係数が小さい側(樹脂シートa)がガラスエポキシ製基板に接するように配置し、予め半導体チップを表面に実装したBG Aパッケージを、前述の図7および8に示す工程によりガラスエポキシ製基板に実装し、得られた電子回路装置を実施例II-1とした。

【0207】なお、パッケージ基板としては、30mm角で裏面に256ピンの端子を有するA1N製を使用した。ここで、パッケージ基板であるA1N、およびモジュール基板であるガラスエポキシの熱膨張係数は、それぞれ、 5×10^{-6} (ppm/°C) および 40×10^{-6} (ppm/°C) である。

【0208】さらに、前述とは逆に、実装用樹脂シートの熱膨張係数が大きい側(樹脂シートc)がガラスエポキシ製基板に接するように配置した以外は同様にして、実施例II-2の電子回路装置を製造した。

【0209】得られた電子回路装置について、冷熱サイクル試験を行ない、256ピンの中で1箇所でも接続がオープンになった場合を不良として信頼性を評価した。なお、サンプル数は1000個とし、-25°C (30分) ~ 25°C (5分) ~ 125°C (30分) ~ 25°C (5分) を1サイクルとして試験を行なった。サイクル

*ボラックタイプのエポキシ樹脂(EOCN-195XL;住友化学社製) 100重量部、硬化剤としてのフェノール樹脂54重量部、充填剤としての溶融シリカ350重量部、触媒としてのベンジルジメチルアミン0.5重量部、その他の添加剤としてカーボンブラック3重量部、およびシランカップリング剤3重量部を粉碎、混合、溶融してロールにかけ、さらにこれを35×35mmにカットして厚さ50 μ mの未硬化性樹脂シートを製作した。得られた樹脂シートをシートaとした。

【0203】さらに、溶融シリカの割合を変える以外は、前述と同様の組成で同様の膜厚の2種類のシートを製作した。なお、溶融シリカの割合は、それぞれ200重量部および100重量部とし、得られた樹脂シートをそれぞれシートbおよびcとした。

【0204】樹脂シートa〜cの熱膨張係数は、それぞれ以下のとおりであった。

【0205】

数と累積不良率との関係を、図11に示す。

【0210】図11中、曲線aおよびbは、それぞれ実施例II-1および実施例II-2の結果を表わす。

【0211】また、曲線c、dおよびeは、以下のような条件で、実施例と同様のパッケージを同様のガラスエポキシ製基板に実装して得られた比較例の電子回路装置についての結果である。

【0212】曲線c: 樹脂シート用いず

曲線d: フィラを含有しない樹脂シート(厚さ150 μ m)

曲線e: フィラ含有量40%の樹脂シート(厚さ150 μ m)

図11に示すように、本発明の電子回路装置(曲線aおよびb)は、9000サイクルまでは不良が発生しないことがわかる。特に、熱膨張係数の大きなモジュール基板に、実装用樹脂シートの熱膨張係数の小さい側が接するように配置した場合(曲線a)の場合には、不良の発生が小さい。

【0213】これに対して、樹脂貼付を行わなかった試料(曲線c)は、500サイクルで不良が発生し、1000サイクル以上で100%不良となった。

【0214】樹脂シートを用いた場合(曲線d)、および樹脂中にフィラを均一に含有させた場合(曲線e)には、曲線cと比較して信頼性が向上しているものの、3000サイクルでの不良の発生率は、7.5%を越えている。

【0215】次に、パッケージの周縁に存在する実装用樹脂シートの寸法と、信頼性寿命との関係を、パッケージ基板およびモジュール基板の材質を変化させて調べ

た。

【0216】図12に、得られた結果を示す。なお、試料は、前述の実施例II-1と同様にして製造し、試料の形状、傾斜、および信頼性試験環境は、いずれも前述の図10の場合と同様にして試験を行なった。信頼性は、黒＊

	パッケージ基板
曲線f	AlN
曲線g	アルミナ
曲線h	ガラスエポキシ
曲線i	AlN

(但し、熱膨張係数が均一な樹脂を配置した)

いずれの組み合わせについても、パッケージの周囲に存在する樹脂シートの寸法が20%未満の場合には、パッケージ基板から剥がれる不良が発生し、一方、樹脂シートの寸法が40%より大きい場合には、樹脂全体が回路配線基板から剥がれる不良が発生した。パッケージの周囲に存在する樹脂シートの寸法がパッケージの縦横寸法に比較して20%~40%の場合には、いずれの例においても高い信頼性寿命が得られた。

【0219】続いて、パッケージの寸法と、信頼性寿命 Nf の結果を調べ、図13に示した。なお、パッケージの寸法を変える以外は、前述の実施例II-1と同様にして電子回路装置を製造し、これについての測定結果を曲線jで表わした。

【0220】さらに、本発明の実装用樹脂シートに代えて50μmのフィラを50%添加した樹脂シートを用いて実装した場合、および樹脂シートを用いずに実装した場合について、同様に測定し、それぞれ曲線kおよびmで表わした。

【0221】図13に示すように、本発明の電子回路装置(曲線j)では、20mm角を越えるパッケージの場合でも、不良はほとんど発生しないが、均一にフィラが添加された樹脂を用いた場合(曲線k)では、15mm角を越えると、不良の発生が多くなる。また、樹脂シートを用いずに実装した場合(曲線m)では、10mm角を越えると不良の発生する。

【0222】図14には、パッケージに配置されるパンプ数と、パンプ接続率との関係を表わす。

【0223】図中、曲線nは、前述の実施例II-1と同様にして製造した電子回路装置についての結果を表わす。曲線oは、同様の実装用樹脂シートのパンプ部に貫通孔を形成した場合の結果を表わし、さらに、曲線pは、樹脂シートに設けられた貫通部に金属導体としてのはんたを埋め込んだ場合の結果を表わす。

【0224】図14に示すように、熱膨張係数の差を有する樹脂シートのみの場合(曲線n)は、パンプ電極数が1000個を越えると接続率が低下し始めるが、貫通孔が設けられたシートを用いた場合(曲線o)では、1500個のパンプ電極数までは、接続率が低下しない。さらに、貫通孔に金属導体が埋め込まれた樹脂シ

* 接続不良が50%を示すNf で評価した。

【0217】曲線f、g、hおよびiは、それぞれ次のように、パッケージ基板とモジュール基板とを組み合わせた場合の結果を表わす。

	モジュール基板
曲線f	ガラスエポキシ
曲線g	ガラスエポキシ
曲線h	ガラスエポキシ
曲線i	ガラスエポキシ

(但し、熱膨張係数が均一な樹脂を配置した)

ートを用いた場合(曲線p)では、電極数が2000個を越えても、パンプ接続率はほとんど低下しない。

【0225】図15には、パンプ電極高さや接続抵抗値との関係を表わす。

【0226】図中、曲線eは、前述の実施例II-1と同様にして製造した電子回路装置についての結果を表わす。曲線oは、同様の実装用樹脂シートのパンプ部に貫通孔を形成した場合の結果を表わし、さらに、曲線pは、樹脂シートに設けられた貫通孔に金属導体としてのはんたを埋め込んだ場合の結果を表わす。

【0227】図15に示すように、貫通孔が設けられていない樹脂シートを用いた場合(曲線e)には、25mmの高さのパンプでも接続抵抗値は1桁近く大きく、パンプ電極高さが高くなるにしたがって、接続抵抗値はさらに増加する。貫通孔を有する樹脂シートを用いた場合(曲線o)では、25mmの高さの抵抗値は小さいものの、パンプ電極高さが高くなるにしたがって、前述の曲線eの場合と同様に増加する。貫通孔に金属導体が埋め込まれた樹脂シートを用いた場合(曲線p)では、接続抵抗値はほとんど増加せず一定の値を示す。

【0228】以上の結果から、パンプ電極び対応した位置に貫通孔を有する樹脂シートを用いることによって、パンプ電極数およびパンプ高さが増加した場合でも、パンプ電極と回路配線基板の電極パッドとを、より確実に接続することができることがわかる。さらに、樹脂シートに設けられた貫通孔に金属導体を埋め込むことによって、電気的接続をよりいっそう確実にすることができる。

【0229】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、成形後の弾性率が非常に小さい樹脂を用いて封止することによって、または、片面に収縮防止板を取り付けた樹脂シートを用いて封止することによって、基板の反りを防止したBGAパッケージが提供される。このようなパッケージを回路基板に実装した際には、接続部の信頼性を向上させた電子回路装置を得ることができる。

【0230】さらに、BGAパッケージと回路配線基板との間隙に厚さ方向における熱膨張係数を段階的に異にした樹脂シートを配置することによって、電子回路装置

のバンプ接続部に発生する応力歪みを緩和させ、信頼性寿命を向上させることができる。

【0231】かかるパッケージおよび電子回路装置は、種々の機器に適用可能であり、その工業的価値は絶大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の樹脂封止型半導体装置の製造工程の一例を示す断面図。

【図2】(a)弾性と粘性との力学的な組み合わせ概念図を示す図。

(b)応力緩和と歪み緩和との位相関係を示す図。

【図3】パッケージの反りを示す図。

【図4】本発明の樹脂封止型半導体装置の製造工程の他の例を示す断面図。

【図5】本発明の電子回路装置の製造工程の一例を示す断面図。

【図6】本発明の電子回路装置に用いられるBGAパッケージおよび回路配線基板を示す断面図。

【図7】本発明の電子回路装置に用いられる樹脂シートを示す図。

【図8】本発明の電子回路装置の製造工程を示す断面図。

【図9】本発明の電子回路装置の製造工程を示す断面図。

【図10】本発明の電子回路装置の他の例を示す図。

【図11】サイクル数と累積不良率との関係を示す図。

【図12】樹脂シートの寸法と疲労寿命サイクル数との関係を示す図。

*

*【図13】パッケージ寸法と疲労寿命サイクル数との関係を示す図。

【図14】接続バンプ数とバンプ接続率との関係を示す図。

【図15】バンプ高さと接続抵抗値との関係を示す図。

【図16】従来の電子回路装置を示す図。

【符号の説明】

1…ボールグリッドアレイ基板、2…はんだ端子、3…半導体チップ

4…ボンディングワイヤ、5…封止用樹脂シート、6…実装用樹脂シート

7…外側金型、8…内側金型、9…上側金型、10…下側金型

11…収縮防止板、12…回路基板、13…封止樹脂、14…はんだパッド

21…ボールグリッドアレイパッケージ、22…パッケージ基板

23…半導体チップ、25…バンプ電極、26…樹脂キャップ

27…ボンディングワイヤ、28…回路配線基板、29…電極パッド

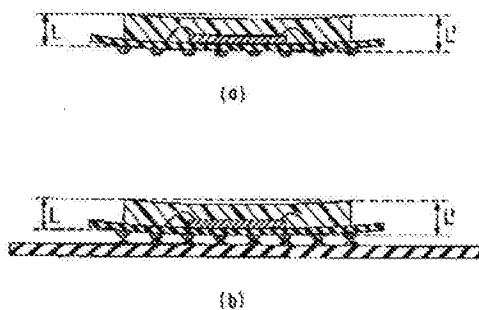
30…樹脂シート、32…加熱ヒータ

33…パッケージ実装用マウンターヘッド、34…加圧ヒータ

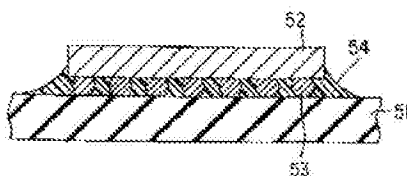
40…樹脂シート、41…貫通孔、42…樹脂シート、43…金属導体

51…回路配線基板、52…半導体チップ、53…バンプ、54…樹脂

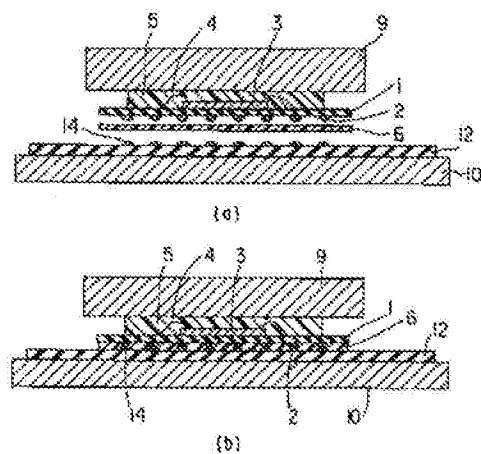
【図3】



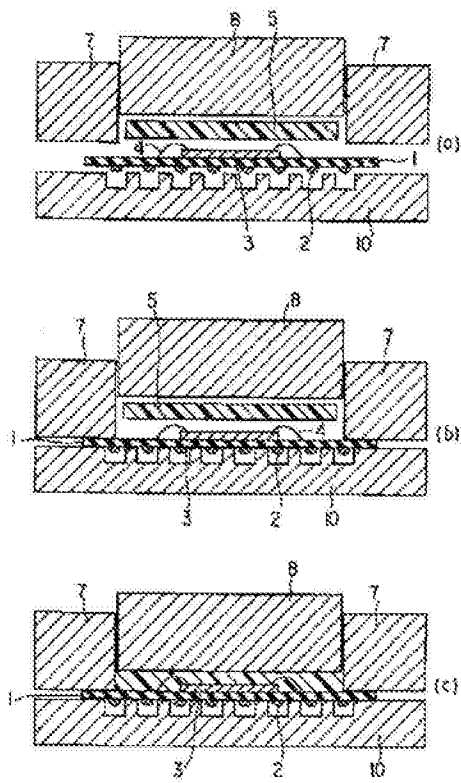
【図16】



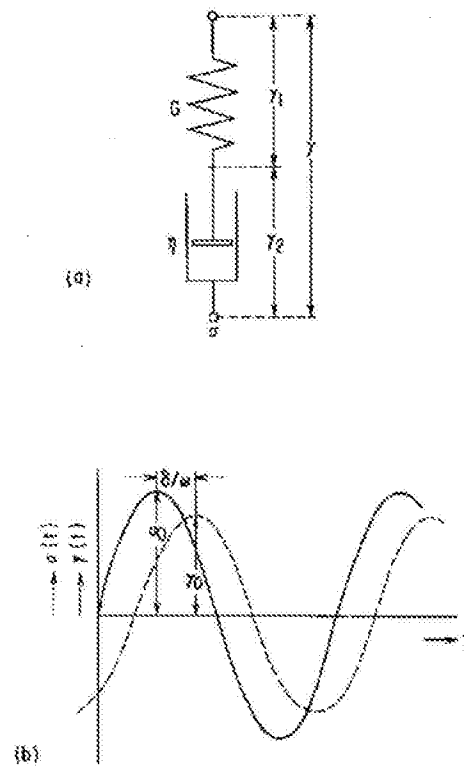
【図5】



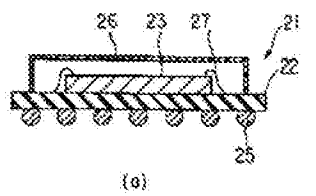
【図1】



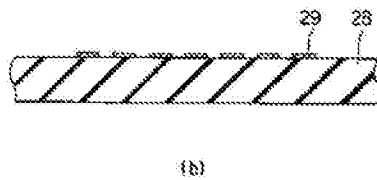
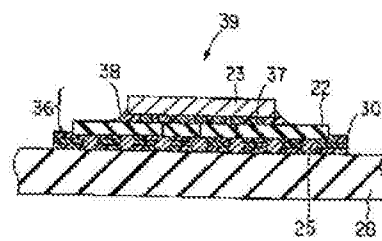
【図2】



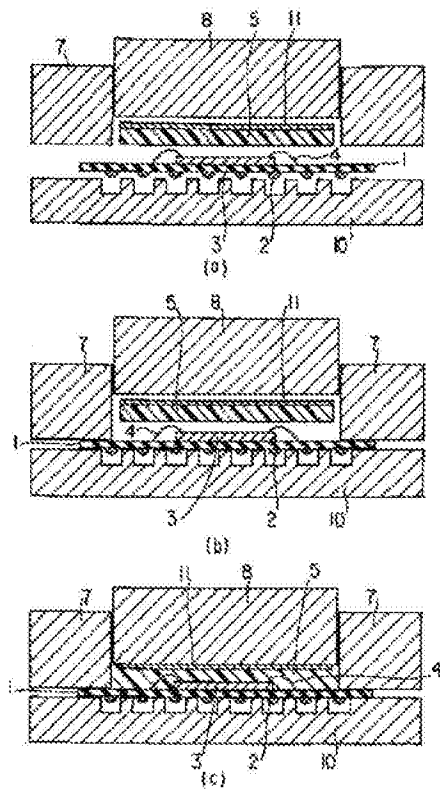
【図6】



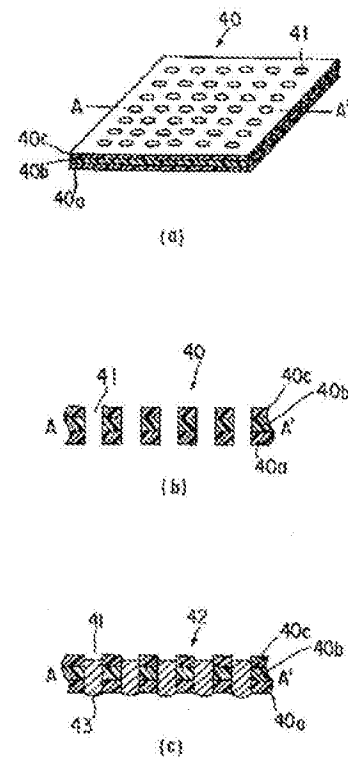
【図10】



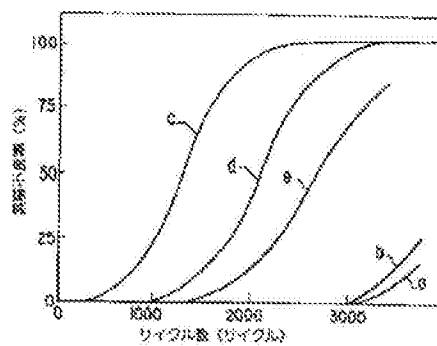
【図4】



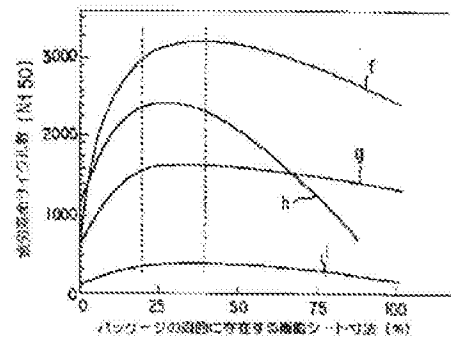
【図7】



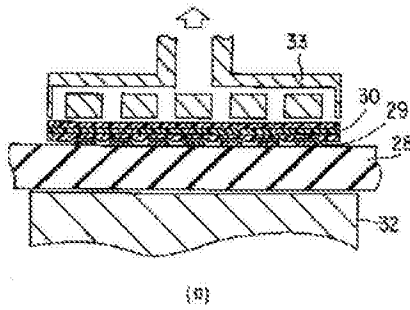
【図11】



【図12】

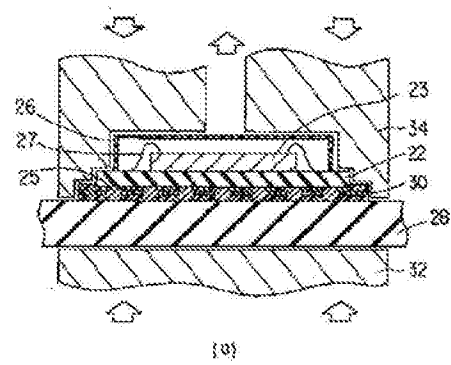


【図8】

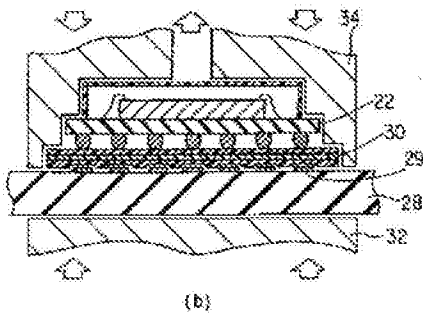


(a)

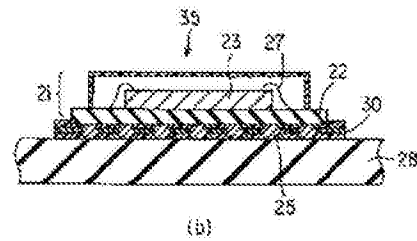
【図9】



(a)

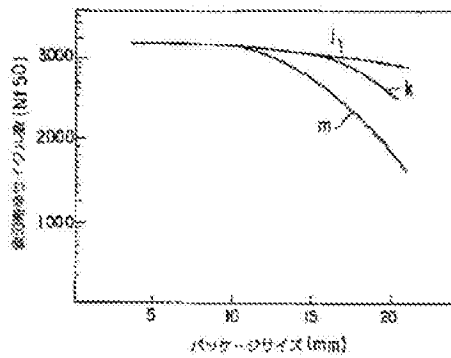


(b)

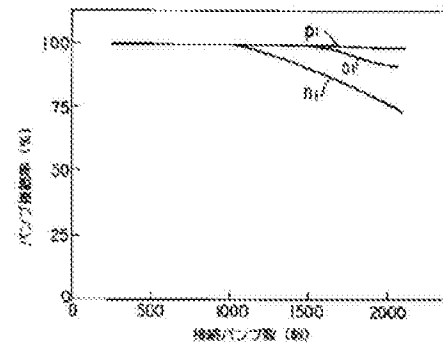


(b)

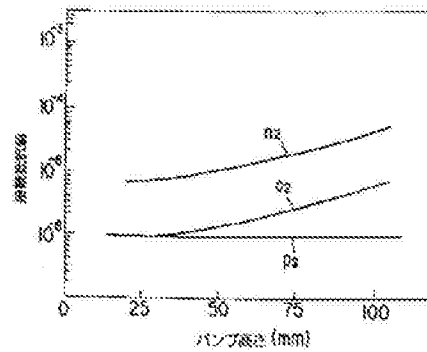
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁸ 識別記号 庁内整理番号 FI 技術表示箇所
 9169-4M H01L 21/92 604 H

(72) 発明者 善根 幸
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
 式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 山田 浩
 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
 式会社東芝生産技術研究所内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

08-153832

(43)Date of publication of application : 11.06.1996

(51)Int.Cl.

H01L 23/29
H01L 23/31
H01L 21/321

(21)Application number : 06-295223

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 29.11.1994

(72)Inventor : OTA HIDEO

OKUYAMA TETSUO

FUJIEDA SHINETSU

YOSHIZUMI AKIRA

YAMADA HIROSHI

(54) RESIN SEALED SEMICONDUCTOR DEVICE, ELECTRONIC CIRCUIT DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the warping of a substrate by a method wherein a semiconductor element is arranged on a substrate and then sheet-like non-cured resin is arranged thereon and in order to cure-mold resin sheet in a metallic mold, the complex elastic modulus and dynamic tangent loss at the room temperature after the formation of a resin layer is specified.

CONSTITUTION: A sealing resin sheet 5 is arranged on a substrate 1 whereon a semiconductor element 3 is packaged using a bonding wire 4. Besides, solder bumps 2 for input-output terminals are quadratically arranged. Next, outside metallic molds 7 are tightened to bury the gap between a package for avoiding the burring. Finally, the inside metallic mold 8 is tightened for curing the resin while pressurizing. At this time, the complex elastic modulus of a resin layer at the room air temperature after the molding step is at most 6.5×10^9 Pa while the dynamic tangent loss is at least 0.05. Through these procedures, the warping of the package substrate can be reduced.

